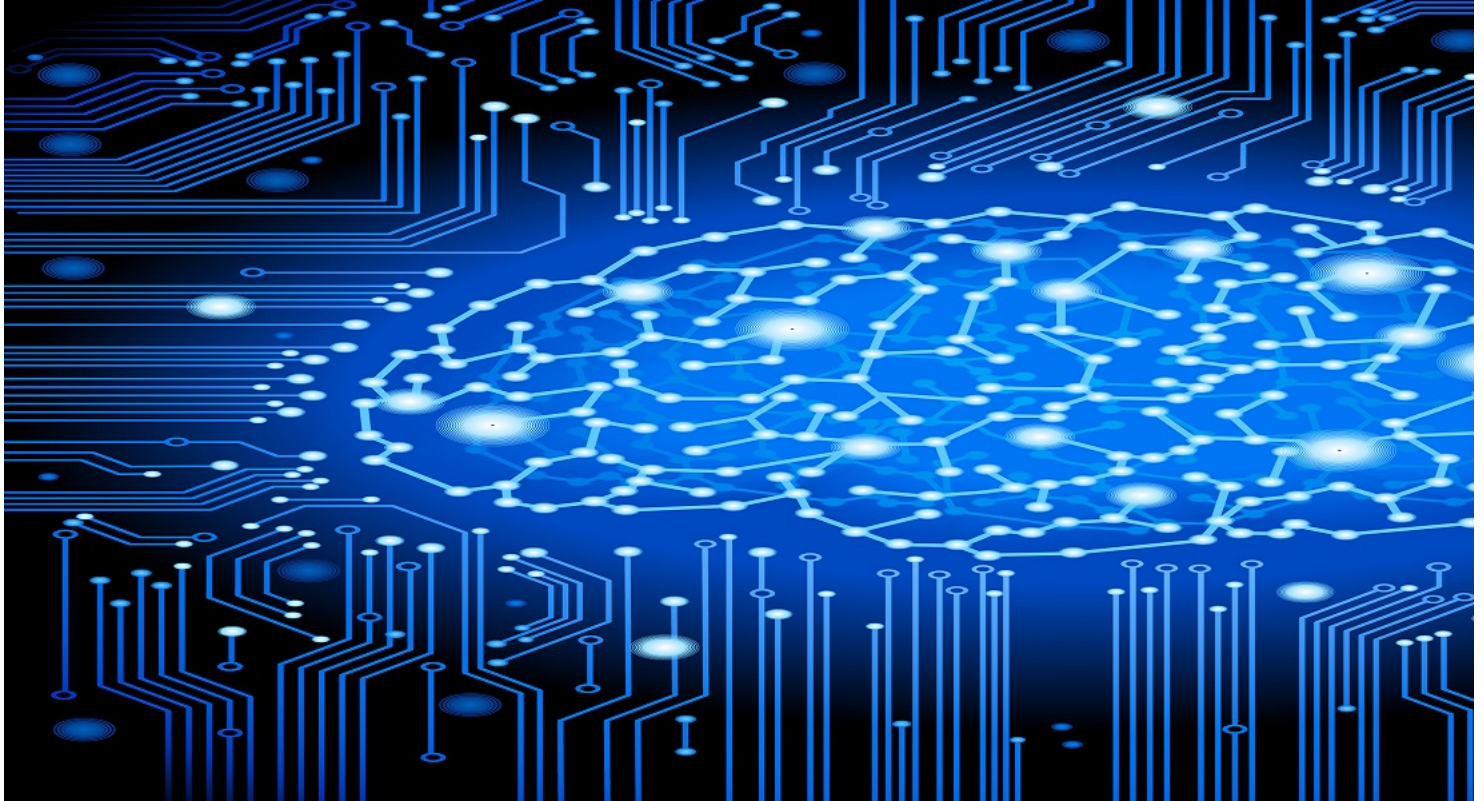


[\[关闭\]](#)

@hanbingtao 2017-08-28 19:35 字数 5679 阅读 187255

零基础入门深度学习(1) - 感知器

机器学习 深度学习入门



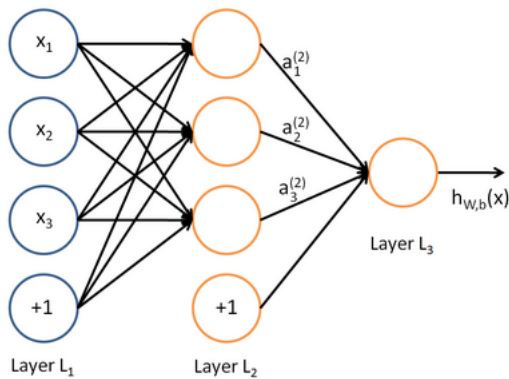
无论即将到来的是大数据时代还是人工智能时代，亦或是传统行业使用人工智能在云上处理大数据的时代，作为一个有理想有追求的程序员，不懂深度学习（Deep Learning）这个超热的技术，会不会感觉马上就out了？现在救命稻草来了，《零基础入门深度学习》系列文章旨在讲帮助爱编程的你从零基础达到入门级水平。零基础意味着你不需要太多的数学知识，只要会写程序就行了，没错，这是专门为程序员写的文章。虽然文中会有很多公式你也许看不懂，但同时也会有更多的代码，程序员的你一定能看懂的（我周围是一群狂热的Clean Code程序员，所以我写的代码也不会很差）。

文章列表

[零基础入门深度学习\(1\) - 感知器](#)[零基础入门深度学习\(2\) - 线性单元和梯度下降](#)[零基础入门深度学习\(3\) - 神经网络和反向传播算法](#)[零基础入门深度学习\(4\) - 卷积神经网络](#)[零基础入门深度学习\(5\) - 循环神经网络](#)[零基础入门深度学习\(6\) - 长短期记忆网络\(LSTM\)](#)[零基础入门深度学习\(7\) - 递归神经网络](#)

深度学习是啥

在人工智能领域，有一个方法叫机器学习。在机器学习这个方法里，有一类算法叫神经网络。神经网络如下图所示：



上图中每个圆圈都是一个神经元，每条线表示神经元之间的连接。我们可以看到，上面的神经元被分成了多层，层与层之间的神经元有连接，而层内之间的神经元没有连接。最左边的层叫做**输入层**，这层负责接收输入数据；最右边的层叫**输出层**，我们可以从这层获取神经网络输出数据。输入层和输出层之间的层叫做**隐藏层**。

隐藏层比较多（大于2）的神经网络叫做深度神经网络。而深度学习，就是使用深层架构（比如，深度神经网络）的机器学习方法。

那么深层网络和浅层网络相比有什么优势呢？简单来说深层网络能够表达力更强。事实上，一个仅有一个隐藏层的神经网络就能拟合任何一个函数，但是它需要很多很多的神经元。而深层网络用少得多的神经元就能拟合同样的函数。也就是为了拟合一个函数，要么使用一个浅而宽的网络，要么使用一个深而窄的网络。而后者往往更节约资源。

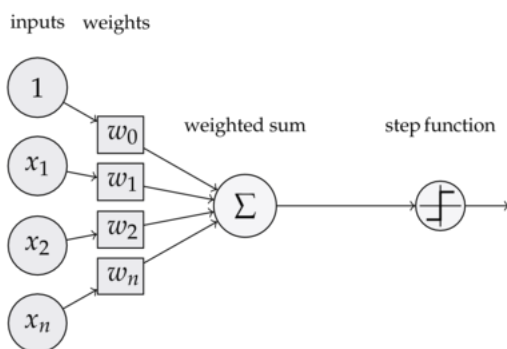
深层网络也有劣势，就是它不太容易训练。简单的说，你需要大量的数据，很多的技巧才能训练好一个深层网络。这是个手艺活。

感知器

看到这里，如果你还是一头雾水，那也是很正常的。为了理解神经网络，我们应该先理解神经网络的组成单元——**神经元**。神经元也叫做**感知器**。感知器算法在上个世纪50-70年代很流行，也成功解决了很多问题。并且，感知器算法也是非常简单的。

感知器的定义

下图是一个感知器：



可以看到，一个感知器有如下组成部分：

- **输入权值** 一个感知器可以接收多个输入 $(x_1, x_2, \dots, x_n \mid x_i \in \mathfrak{R})$ ，每个输入上有一个**权值** $w_i \in \mathfrak{R}$ ，此外还有一个**偏置项** $b \in \mathfrak{R}$ ，就是上图中的 w_0 。
- **激活函数** 感知器的激活函数可以有很多选择，比如我们可以选择下面这个**阶跃函数** f 来作为激活函数：

$$f(z) = \begin{cases} 1 & z > 0 \\ 0 & otherwise \end{cases} \quad (1)$$

• **输出** 感知器的输出由下面这个公式来计算

$$y = f(\mathbf{w} \bullet \mathbf{x} + b) \quad \text{公式(1)}$$

如果看完上面的公式一下子就晕了，不要紧，我们用一个简单的例子来帮助理解。

例子：用感知器实现and函数

我们设计一个感知器，让它来实现and运算。程序员都知道，and是一个二元函数（带有两个参数 x_1 和 x_2 ），下面是它的真值表：

x_1	x_2	y
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

为了计算方便，我们用0表示false，用1表示true。这没什么难理解的，对于C语言程序员来说，这是天经地义的。

我们令 $w_1 = 0.5$; $w_2 = 0.5$; $b = -0.8$ ，而激活函数 f 就是前面写出来的阶跃函数，这时，感知器就相当于and函数。不明白？我们验算一下：

输入上面真值表的第一行，即 $x_1 = 0$; $x_2 = 0$ ，那么根据公式(1)，计算输出：

$$\begin{aligned} y &= f(\mathbf{w} \bullet \mathbf{x} + b) & (2) \\ &= f(w_1 x_1 + w_2 x_2 + b) & (3) \\ &= f(0.5 \times 0 + 0.5 \times 0 - 0.8) & (4) \\ &= f(-0.8) & (5) \\ &= 0 & (6) \end{aligned}$$

也就是当 $x_1 x_2$ 都为0的时候， y 为0，这就是真值表的第一行。读者可以自行验证上述真值表的第二、三、四行。

例子：用感知器实现or函数

同样，我们也可以用感知器来实现or运算。仅仅需要把偏置项 b 的值设置为-0.3就可以了。我们验算一下，下面是or运算的真值表：

x_1	x_2	y
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

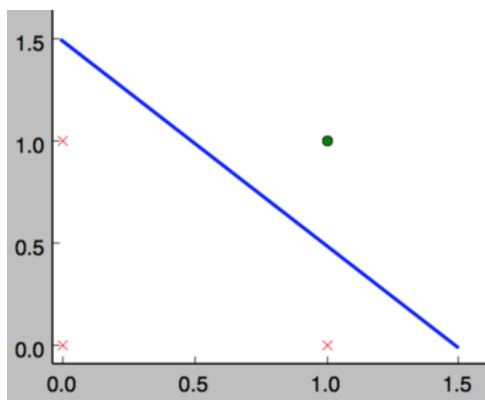
我们来验算第二行，这时的输入是 $x_1 = 0$; $x_2 = 1$ ，带入公式(1)：

$$\begin{aligned} y &= f(\mathbf{w} \bullet \mathbf{x} + b) & (7) \\ &= f(w_1 x_1 + w_2 x_2 + b) & (8) \\ &= f(0.5 \times 1 + 0.5 \times 0 - 0.3) & (9) \\ &= f(0.2) & (10) \\ &= 1 & (11) \end{aligned}$$

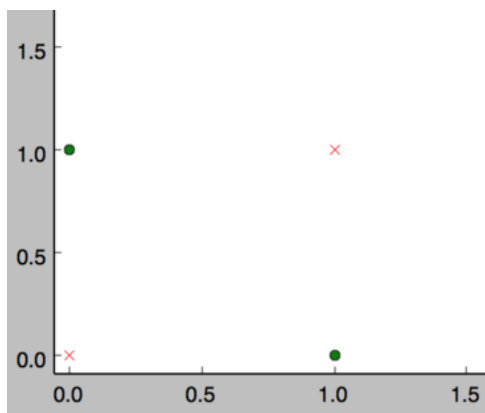
也就是当 $x_1 = 0$; $x_2 = 1$ 时， y 为1，即or真值表第二行。读者可以自行验证其它行。

感知器还能做什么

事实上，感知器不仅仅能实现简单的布尔运算。它可以拟合任何的线性函数，任何线性分类或线性回归问题都可以用感知器来解决。前面的布尔运算可以看作是二分类问题，即给定一个输入，输出0（属于分类0）或1（属于分类1）。如下面所示，and运算是一个线性分类问题，即可以用一条直线把分类0（false，红叉表示）和分类1（true，绿点表示）分开。



然而，感知器却不能实现异或运算，如下图所示，异或运算不是线性的，你无法用一条直线把分类0和分类1分开。



感知器的训练

现在，你可能困惑前面的权重项和偏置项的值是如何获得的呢？这就要用到感知器训练算法：将权重项和偏置项初始化为0，然后，利用下面的感知器规则迭代的修改 w_i 和 b ，直到训练完成。

$$w_i \leftarrow w_i + \Delta w_i \quad (12)$$

$$b \leftarrow b + \Delta b \quad (13)$$

其中：

$$\Delta w_i = \eta(t - y)x_i \quad (14)$$

$$\Delta b = \eta(t - y) \quad (15)$$

w_i 是与输入 x_i 对应的权重项， b 是偏置项。事实上，可以把 b 看作是值永远为1的输入 x_b 所对应的权重。 t 是训练样本的实际值，一般称之为label。而 y 是感知器的输出值，它是根据公式(1)计算得出。 η 是一个称为学习速率的常数，其作用是控制每一步调整权的幅度。

每次从训练数据中取出一个样本的输入向量 \mathbf{x} ，使用感知器计算其输出 y ，再根据上面的规则来调整权重。每处理一个样本就调整一次权重。经过多轮迭代后（即全部的训练数据被反复处理多轮），就可以训练出感知器的权重，使之实现目标函数。

编程实战：实现感知器

完整代码请参考GitHub: https://github.com/hanbt/learn_dl/blob/master/perceptron.py (python2.7)

对于程序员来说，没有什么比亲自动手实现学得更快了，而且，很多时候一行代码抵得上千言万语。接下来我们就将实现一个感知器。

下面是一些说明：

- 使用python语言。python在机器学习领域用的很广泛，而且，写python程序真的很轻松。
- 面向对象编程。面向对象是特别好的管理复杂度的工具，应对复杂问题时，用面向对象设计方法很容易将复杂问题拆解为多个简单问题，从而解救我们的大脑。
- 没有使用numpy。numpy实现了很多基础算法，对于实现机器学习算法来说是个必备的工具。但为了降低读者理解的难度，下面的代码只用到了基本的python（省去您去学习numpy的时间）。

下面是感知器类的实现，非常简单。去掉注释只有27行，而且还包括为了美观（每行不超过60个字符）而增加的很多换行。

```

1.  class Perceptron(object):
2.      def __init__(self, input_num, activator):
3.          '''
4.              初始化感知器，设置输入参数的个数，以及激活函数。
5.              激活函数的类型为double -> double
6.          '''
7.          self.activator = activator
8.          # 权重向量初始化为0
9.          self.weights = [0.0 for _ in range(input_num)]
10.         # 偏置项初始化为0
11.         self.bias = 0.0
12.
13.     def __str__(self):
14.         '''
15.             打印学习到的权重、偏置项
16.         '''
17.         return 'weights\t:%s\nbias\t:%f\n' % (self.weights, self.bias)
18.
19.
20.     def predict(self, input_vec):
21.         '''
22.             输入向量，输出感知器的计算结果
23.         '''
24.         # 把input_vec[x1,x2,x3,...]和weights[w1,w2,w3,...]打包在一起
25.         # 变成[(x1,w1),(x2,w2),(x3,w3),...]
26.         # 然后利用map函数计算[x1*w1, x2*w2, x3*w3]
27.         # 最后利用reduce求和
28.         return self.activator(
29.             reduce(lambda a, b: a + b,
30.                 map(lambda (x, w): x * w,
31.                     zip(input_vec, self.weights))
32.                 , 0.0) + self.bias)
33.
34.     def train(self, input_vecs, labels, iteration, rate):
35.         '''
36.             输入训练数据：一组向量、与每个向量对应的label；以及训练轮数、学习率
37.         '''
38.         for i in range(iteration):
39.             self._one_iteration(input_vecs, labels, rate)
40.
41.     def _one_iteration(self, input_vecs, labels, rate):
42.         '''
43.             一次迭代，把所有的训练数据过一遍
44.         '''
45.         # 把输入和输出打包在一起，成为样本的列表[(input_vec, label), ...]
46.         # 而每个训练样本是(input_vec, label)
47.         samples = zip(input_vecs, labels)
48.         # 对每个样本，按照感知器规则更新权重
49.         for (input_vec, label) in samples:
50.             # 计算感知器在当前权重下的输出
51.             output = self.predict(input_vec)
52.             # 更新权重

```



```

53.         self._update_weights(input_vec, output, label, rate)
54.
55.     def _update_weights(self, input_vec, output, label, rate):
56.         '''
57.         按照感知器规则更新权重
58.         '''
59.         # 把input_vec[x1,x2,x3,...]和weights[w1,w2,w3,...]打包在一起
60.         # 变成[(x1,w1),(x2,w2),(x3,w3),...]
61.         # 然后利用感知器规则更新权重
62.         delta = label - output
63.         self.weights = map(
64.             lambda (x, w): w + rate * delta * x,
65.             zip(input_vec, self.weights))
66.         # 更新bias
67.         self.bias += rate * delta

```

接下来，我们利用这个感知器类去实现and函数。

```

1.  def f(x):
2.     '''
3.     定义激活函数f
4.     '''
5.     return 1 if x > 0 else 0
6.
7.
8.  def get_training_dataset():
9.     '''
10.    基于and真值表构建训练数据
11.    '''
12.    # 构建训练数据
13.    # 输入向量列表
14.    input_vecs = [[1,1], [0,0], [1,0], [0,1]]
15.    # 期望的输出列表，注意要与输入一一对应
16.    # [1,1] -> 1, [0,0] -> 0, [1,0] -> 0, [0,1] -> 0
17.    labels = [1, 0, 0, 0]
18.    return input_vecs, labels
19.
20.
21.  def train_and_perceptron():
22.     '''
23.     使用and真值表训练感知器
24.     '''
25.     # 创建感知器，输入参数个数为2（因为and是二元函数），激活函数为f
26.     p = Perceptron(2, f)
27.     # 训练，迭代10轮，学习速率为0.1
28.     input_vecs, labels = get_training_dataset()
29.     p.train(input_vecs, labels, 10, 0.1)
30.     # 返回训练好的感知器
31.     return p
32.
33.
34.  if __name__ == '__main__':
35.     # 训练and感知器
36.     and_perception = train_and_perceptron()
37.     # 打印训练获得的权重
38.     print and_perception
39.     # 测试
40.     print '1 and 1 = %d' % and_perception.predict([1, 1])
41.     print '0 and 0 = %d' % and_perception.predict([0, 0])
42.     print '1 and 0 = %d' % and_perception.predict([1, 0])
43.     print '0 and 1 = %d' % and_perception.predict([0, 1])

```

将上述程序保存为perceptron.py文件，通过命令行执行这个程序，其运行结果为：

```
hanbingtao-mac:ann hanbingtao$ python perceptron.py
weights :[0.1, 0.2]
bias     :-0.200000

1 and 1 = 1
0 and 0 = 0
1 and 0 = 0
0 and 1 = 0
```

神奇吧！感知器竟然完全实现了and函数。读者可以尝试一下利用感知器实现其它函数。

小结

终于看（写）到小结了...，大家都累了。对于零基础的你来说，走到这里应该已经很烧脑了吧。没关系，休息一下。值得高兴的是，你终于已经走出了深度学习入门的第一步，这是巨大的进步；坏消息是，这仅仅是最简单的部分，后面还有无数艰难险阻等着你。不过，你学的困难往往意味着别人学的也困难，掌握一门高门槛的技艺，进可糊口退可装逼，是很值得的。

下一篇文章，我们将讨论另外一种感知器：**线性单元**，并由此引出一种可能是最最重要的优化算法：**梯度下降算法**。

参考资料

1. Tom M. Mitchell, "机器学习", 曾华军等译, 机械工业出版社

+

· 内容目录

- 。 [零基础入门深度学习\(1\) - 感知器](#)
 - [文章列表](#)
 - [深度学习是啥](#)
 - [感知器](#)
 - [感知器的定义](#)
 - [例子：用感知器实现and函数](#)
 - [例子：用感知器实现or函数](#)
 - [感知器还能做什么](#)
 - [感知器的训练](#)
 - [编程实战：实现感知器](#)
 - [小结](#)
 - [参考资料](#)

.

添加新批注



保存 取消

在作者公开此批注前，只有你和作者可见。



保存 取消



修改 保存 取消 删除

- 私有
- 公开
- 删除

查看更早的 5 条回复

回复批注



通知

取消 确认

- ☐
- ☐